

LE TECK DE PLANTATION

Tectona grandis

EN CÔTE-D'IVOIRE

Bernard DUPUY, Daniel VERHAEGEN

Ingénieurs de recherche au CIRAD-Forêt



Teckeraie de 40 ans à Bamoro.

A 40-year-old Teak plantation at Bamoro.

Bernard DUPUY
IDEFOR — D.F.O.
08 B.P. 33
ABIDJAN 08
Rép. de Côte-d'Ivoire

Daniel VERHAEGEN
INRA
B.P. 45 — Gazinet
Pierroton
33610 CESTAS

RÉSUMÉ

LE TECK DE PLANTATION (*Tectona grandis*) EN CÔTE-D'IVOIRE

Le Teck, avec 21 000 hectares de plantations réalisées depuis 1963, est la première espèce de reboisement utilisée en Côte-d'Ivoire. Depuis plusieurs décennies, cette espèce a fait l'objet d'importants travaux de recherche en sylviculture, amélioration génétique et technologie des bois.

Les règles sylvicoles sur la gestion des plantations ont été précisées ; une table de production a été élaborée. La productivité varie entre 5 et 15 m³/ha/an selon la fertilité des sites de reboisement.

La variabilité génétique des provenances introduites a été analysée ; elle a été suivie par la sélection massale phénotypique d'une centaine d'arbres. Après sept années de végétation, le verger à graines de clones produit une variété population non testée. L'éclaircie génétique du verger, sur tests de descendance, assurera, par recombinaison entre les meilleurs géniteurs, la production d'une variété testée.

De nombreux essais technologiques sur les caractéristiques physiques et mécaniques des bois ainsi que sur leur aspect ont été réalisés. Le Teck de plantation est d'une excellente qualité. Il est peu différent de celui extrait des forêts naturelles asiatiques.

Mots-clés : AFRIQUE DE L'OUEST ; CÔTE-D'IVOIRE ; PLANTATION FORESTIÈRE ; TABLE DE PRODUCTION ; AMÉLIORATION DES PLANTES ; TECHNOLOGIE DES BOIS ; *TECTONA GRANDIS*.

ABSTRACT

PLANTATION-GROWN TEAK (*Tectona grandis*) IN THE CÔTE-D'IVOIRE

Teak, 21,000 hectares of which have been planted since 1963, is the major reforestation species in the Côte-d'Ivoire. For several decades it has been the subject of much research in the fields of sylviculture, genetic improvement, and wood technology.

Sylvicultural rules pertaining to the management of plantations have been laid down. A yield table has been established. Productivity varies between 5 and 15 m³ per hectare per year, depending on the fertility of the reforestation sites.

Analysis of the genetic variability of the provenances introduced was followed by the phenotypic massal selection of about a hundred trees. After seven years of vegetation, the clone-seed orchard produces an untested population variety. The genetic thinning of the orchard based on descent tests will ensure the production of a tested variety through a recombination of the best progenitors.

Numerous technological tests of the physical and mechanical characteristics and appearance of the woods have been carried out. The plantation-grown Teak is of excellent quality, and differs little from that produced by Asiatic natural forests.

Key words : WEST AFRICA ; CÔTE-D'IVOIRE ; FOREST PLANTATIONS ; YIELD TABLE ; PLANT BREEDING ; WOOD TECHNOLOGY ; *TECTONA GRANDIS*.

RESUMEN

LA TECA DE PLANTACION (*Tectona grandis*) EN CÔTE-D'IVOIRE

La Teca, con 21 000 hectáreas de plantaciones realizadas desde 1963, constituye la primera especie de replantación utilizada en Côte-d'Ivoire. Desde hace ya varios decenios, esta especie viene siendo objeto de importantes trabajos de investigación en los campos de la silvicultura, de la mejora genética y de la tecnología de las maderas.

Se han precisado debidamente las reglas silvícolas aplicadas referentes a la gestión de las plantaciones y se ha elaborado también una tabla de producción. La productividad oscila entre 5 y 15 m³/hectárea/año, según la fertilidad de los terrenos de repoblación forestal.

El análisis de la variabilidad genética de las procedencias introducidas ha quedado seguida de la selección masal fenotípica de un centenar de árboles. Tras siete años de vegetación de semillas clonadas produce una variedad de población no sometida a prueba. El aclareo genético de la plantación, por ensayos de descendencias, habrá de permitir la producción de una variedad debidamente probada, por recombinación entre los mejores genitores.

Se han llevado a cabo numerosos ensayos estadísticos acerca de las características físicas y mecánicas de las maderas, así como de su aspecto. La Teca de plantación es de excelente calidad y es poco diferente de aquella producida en los bosques naturales asiáticos.

Términos clave : AFRIQUE OCCIDENTAL ; CÔTE-D'IVOIRE ; PLANTACION FORESTAL ; TABLA DE RENDIMIENTOS ; FITOMEJORAMIENTO ; TECNOLOGIA DE LA MADERA ; *TECTONA GRANDIS*.

Le Teck (*Tectona grandis*), grâce à sa faculté d'adaptation, joue un rôle important dans le reboisement en Afrique intertropicale, où il est utilisé principalement en bois d'œuvre et en bois de service. Employé depuis près de trente ans en Côte-d'Ivoire, il est, dans ce pays, la première essence de reboisement. Les plus anciennes parcelles, encore existantes, datent de 1929. D'abord utilisée en zones de savane et zones préforestières, cette essence est actuellement largement plantée en forêt dense où elle se révèle très intéressante. Les reboisements en Teck représentent 21 000 hectares, dont environ 80 % en zone de forêt dense humide. Les projets de reboisement prévoient des extensions d'environ 5 000 hectares par an jusqu'en 1995.

Le but de cet article est de mettre en valeur les connaissances acquises en Côte-d'Ivoire par le C.T.F.T.* à partir des nombreux travaux de recherche menés dans ce pays, depuis plus de 25 ans, en sylviculture, amélioration génétique et technologie des bois. Les résultats obtenus donnent au sylviculteur les éléments qui lui permettent de choisir les variétés et les techniques de reboisement les mieux adaptées. Ils fournissent au gestionnaire les informations nécessaires au suivi des plantations jusqu'à la valorisation finale des bois.

LE MARCHÉ INTERNATIONAL

Le marché du Teck représente environ 3,5 millions de m³ commercialisés annuellement. Les principaux producteurs sont le Myanmar (1 000 000 m³) et l'Indonésie (750 000 m³). Les autres pays producteurs sont : la Thaïlande, le Laos, l'Inde et le Sri Lanka. En Asie, le prix de vente du m³ varie entre 500 et 2 000 \$US pour les bois de forêt naturelle (prix FOB). En plantation, compte tenu des petites dimensions des bois, les prix sont beaucoup plus faibles. A titre indicatif, en Côte-d'Ivoire, les prix actuels varient entre 100 et 300 \$US/m³ pour des bois d'éclaircie.

ÉCOLOGIE

Le Teck a une aire naturelle de répartition géographique discontinue, qui couvre de vastes superficies dans le Sud-Est asiatique. On le rencontre dans toute la péninsule indienne, en Birmanie, en Thaïlande et au Laos. Les tecks d'Indonésie auraient été introduits depuis plus de 400 ans à partir de provenances du sud de l'Inde. Le Teck pousse sous des régimes pluvieux variant de 600 à 3 000 mm, mais où se distingue toujours une saison sèche marquée. Il se rencontre dans des forêts humides ou semi-décidues, en peuplement presque pur ou en association avec d'autres espèces.

CARACTÈRES MORPHOLOGIQUES

Une variation importante des caractéristiques morphologiques est observée. Cette variabilité se marque surtout par l'apparition de nombreux défauts sur le fût des arbres. Les fourches, les bosses et les cannelures sont les principales malformations observées en plantation. La floraison est apicale et, après le dessèchement de la hampe florale, les axes secondaires se développent et entraînent l'apparition d'une fourche. Les bosses, parfois très nombreuses, sont constituées par des bourrelets de recouvrement de jeunes rameaux, petites branches qui naissent sur le fût des jeunes tecks dès les premières années de leur vie (CATINOT, 1970). La cannelure des arbres découle de la forme quadrangulaire des jeunes

tiges. Cette morphologie peut provenir du dérèglement de l'assise cambiale. La présence de cannelures est souvent corrélée avec l'apparition de contreforts qui se développent 15 à 20 ans après la plantation.

BIOLOGIE FLORALE ET FRUCTIFICATION

En Inde et en Thaïlande, le Teck fleurit entre six et huit ans, parfois plus tard. Sous certaines conditions de croissance juvénile rapide, le Teck peut fleurir à deux ans ; c'est notamment le cas en Côte-d'Ivoire. La hau-



Inflorescence typique du Teck.

A typical inflorescence of Teak.

* Devenu CIRAD-Forêt en juillet 1992.

teur des arbres semble avoir une grande influence sur l'initiation de la floraison. Les fleurs sont petites, hermaphrodites ; elles apparaissent en panicules contenant plusieurs centaines de boutons floraux. La pollinisation se fait par les insectes.

De nombreux facteurs comme l'âge des arbres, l'environnement, la sylviculture, les fluctuations climatiques et l'influence des insectes interviennent sur la fructification. Le fruit est une drupe contenant quatre loges qui peuvent abriter quatre graines mais, en général, chaque fruit ne contient qu'une ou deux graines. Les fruits atteignent leur pleine maturité en 120 jours envi-

ron. Le Teck se caractérise par une dormance plus ou moins forte des graines, qui entraîne l'échelonnement de la germination de quelques semaines jusqu'à une année et même parfois plusieurs années.

Les graines de Teck peuvent être stockées et conservées pendant plusieurs années si le séchage a bien été fait avant le stockage. Les meilleures méthodes préconisent une conservation à température et humidité constantes. En conditions très sèches, les graines peuvent être conservées à l'air libre (coût minimal). La conservation en chambre froide (de 0 à 4 °C) donne de très bons résultats.

SYLVICULTURE

CARACTÉRISTIQUES BIOCLIMATIQUES DES ZONES DE REBOISEMENT

En Côte-d'Ivoire, des plantations de Teck ont été réalisées depuis les zones de savane jusqu'en zone de forêt dense. La Côte-d'Ivoire est située entre 4° et 11° de latitude nord.

La pluviosité annuelle, la durée de la saison sèche et le nombre de saisons des pluies sont les principaux facteurs climatiques qui induisent l'individualisation des trois principales grandes divisions phytogéographiques caractéristiques de la Côte-d'Ivoire :

- **La forêt dense humide**

La pluviosité annuelle est supérieure à 1 200 mm/an avec deux saisons des pluies ; le nombre de mois secs est inférieur à cinq. Le déficit hydrique est inférieur à 600 mm/an.

- **La zone préforestière**

La pluviosité annuelle est comprise entre 900 et 1 400 mm/an ; le nombre de mois secs est de cinq à huit. Le déficit hydrique est inférieur à 900 mm/an.

- **Les savanes soudano-guinéennes**

La pluviosité annuelle varie entre 900 et 1 500 mm/an avec une saison des pluies unique. Le déficit hydrique annuel peut dépasser 900 mm/an avec une saison sèche qui excède huit mois.

D'une manière générale, d'un point de vue climatique, les zones de forêt dense humide et préforestière, où ont été réalisés les programmes de reboisement en Teck, correspondent à l'optimum écologique de cette espèce.

TECHNIQUES DE PLANTATION

Pour la production de plants, la méthode la plus couramment utilisée est celle des pépinières sèches. Le terrain est dessouché, aplani et labouré. Le semis a lieu en début de saison des pluies. Les graines, après trempage dans l'eau courante, sont directement semées en poquets sur des planches. L'écartement des poquets est de 30 cm × 5 cm. Un démarriage des plantules est à prévoir. Le temps d'élevage en pépinière est de six mois à un an selon les possibilités d'arrosage.

Le type de plants utilisé est le stump. Ce sont des plants qui atteignent un diamètre au collet de 2-3 cm, dont la tige a été sectionnée à environ 5-7 cm au-dessus du collet. Le pivot est coupé à une longueur de 10-15 cm, les racines sont habillées et taillées à une longueur maximale de 10 cm.

L'écartement à la plantation est de l'ordre de 2,5 m × 2,5 m. Il est possible d'utiliser différentes méthodes de plantation : manuelles, mécanisées, agroforestières... Pour des chantiers industriels, une mécanisation de certains postes de travail est inéluctable. Les coûts estimatifs à l'hectare sont présentés dans le tableau I.

TABEAU I
Temps de travaux pour des plantations
industrielles
en zone de forêt dense dégradée ou de savanes

Opération	Main-d'œuvre (homme/jour)	Tracteur (heure)	Buteur (heure)
Pistes			1,18
Pépinière	3,0	0,04	0,01
Préparation du terrain	7,6		3,85
Plantation	7,1		
Entretiens	18,2	2,52	
Total	35,9	2,56	5,04

Le défrichement est mixte (manuel/mécanisé). Les entretiens sont réalisés pendant une durée de trois ans. Pour l'ensemble de ces opérations, le coût actuel de l'hectare est de 350 000 à 500 000 FCFA*/ha (hors-encadrement). Pour les méthodes totalement manuelles de type taungya, le coût de l'hectare est de l'ordre de 250 000 à 350 000 FCFA/ha (hors-encadrement).

RÈGLES CULTURALES

Le Teck est une espèce héliophile à forte croissance initiale. Des essais de densité d'étude de la concurrence et d'éclaircie (WENCELIUS *et al.*, 1975 ; MAITRE, 1983 ; SOUVANNAVONG, 1983) montrent qu'il faut respecter les impératifs sylvicoles suivants :

- Une forte densité de plantation (1 500 tiges/ha).
- Une rotation des éclaircies supérieure à trois ans dans les jeunes peuplements et à cinq ans dans les peuplements anciens.
- Un prélèvement en surface terrière inférieur à :
 - 40 % avant l'âge de 12 ans,
 - 30 % entre 12 ans et 25 ans,

* 1 FCFA = 0,02 FF.

- 25 % après 25 ans.

Le régime des éclaircies est fonction de la fertilité des stations. Dans le cas où le gestionnaire recherche des diamètres d'exploitabilité élevés, il peut se référer au tableau II.

Le classement des peuplements selon leur productivité et les prévisions de production reposent sur l'utilisation de la hauteur dominante à un âge donné (DECOURT et VANNIERE, 1984). L'ensemble des caractéristiques liées à la station (climat, topographie, sol) et au peuplement (matériel végétal, techniques de plantation, entretiens...) est regroupé dans la notion de classe de fertilité.

A partir des tables de production élaborées, cinq classes de fertilité sont distinguées (MAITRE, 1983 ; DUPUY, 1990).

Le gestionnaire peut aussi envisager de choisir des âges d'exploitabilité plus faibles. La dernière éclaircie peut être supprimée et la récolte finale réalisée plus tôt.

En fonction des objectifs du gestionnaire, les propositions de sylviculture sont caractérisées par (DUPUY, 1990) :

- Un régime d'éclaircie avec trois à six éclaircies en fonction de la fertilité et du diamètre d'exploitabilité.

TABLEAU II
Régime d'éclaircies pour différents indices de fertilité

Eclaircie	Paramètres dendrométriques	Classes de fertilité				
		1	2	3	4	5
1	N ave (tiges/ha)	1 450	1 450	1 450	1 450	1 450
	Age (ans)	3	4	5	6	9
	Dg ave (cm)	10,5	11,0	11,0	10,7	10,9
2	N ave (tiges/ha)	750	750	750	750	750
	Age (ans)	6	8	10	13	20
	Dg ave (cm)	16,4	16,9	16,6	16,1	18,0
3	N ave (tiges/ha)	400	450	450	450	450
	Age (ans)	10	12	16	23	35
	Dg ave (cm)	24,0	22,7	22,7	22,7	22,7
4	N ave (tiges/ha)	250	300	300	300	300
	Age (ans)	15	19	24	35	55
	Dg ave (cm)	32,4	30,6	29,7	29,5	30,0
5	N ave (tiges/ha)	165	200	210	200	
	Age (ans)	20	26	32	47	
	Dg ave (cm)	40,6	38,7	36,8	37,2	
6	N ave (tiges/ha)	115	140	155		
	Age (ans)	27	35	41		
	Dg ave (cm)	49,9	47,5	45,7		
Coupe rase	N (tiges/ha)	85	105	120	140	225
	Age (ans)	37	44	49	62	68
	Dg (cm)	59,9	55,3	50,2	45,2	35,1

N : Densité.

ave : avant éclaircie.

Dg : Diamètre de l'arbre de surface terrière moyenne.

- Une rotation des éclaircies comprise entre trois et douze ans en fonction de la fertilité et de l'âge du peuplement.

- Un âge d'exploitabilité compris entre 35 ans et 68 ans en fonction de la fertilité et du diamètre d'exploitabilité.

PRODUCTIVITÉ

Le gradient de productivité enregistré dans les teckeraies ivoiriennes est étroitement dépendant du régime des pluies. En particulier, les meilleures productions sont enregistrées en zone de forêt dense où la pluviosité est la plus élevée et la mieux répartie.

Pour l'ensemble de la Côte-d'Ivoire, la productivité des plantations de Teck varie entre 5 m³/ha/an et 16 m³/ha/an (cf. tableau III). Pour les estimations de volume, la découpe adoptée est une découpe de dimension : la découpe bois fort qui correspond à un diamètre fin bout de 7 cm.

En zone de forêt dense, l'accroissement moyen en volume bois fort est compris entre 10 et 16 m³/ha/an. C'est en effet dans cette zone que la croissance du Teck est la meilleure.

En zone préforestière, les peuplements ont une croissance moyenne. L'accroissement moyen en volume est compris entre 7 et 10 m³/ha/an.

En zone de savane, les peuplements ont une croissance faible. L'accroissement moyen en volume est compris entre 5 et 7 m³/ha/an.

En fonction de la fertilité, le diamètre d'exploitabilité technique varie entre 30 cm et 60 cm pour éviter des âges d'exploitabilité trop élevés.



Peuplement de 22 ans dans le massif de Mopri.

A 22-year-old plantation at Mopri.

TABLEAU III
Propositions de sylviculture et éléments de productivité pour le Teck

Classes de fertilité	Nombre d'éclaircies	Exploitabilité			Accroissement moyen	
		Age (ans)	Dg (cm)	V (m³/ha)	Récolte finale (m³/ha/an)	Récolte totale
Fort diamètre d'exploitabilité (35-60 cm)						
1	6	37	60	363	9,8	15,8
2	6	44	55	360	8,2	12,8
3	6	51	50	315	6,2	9,7
4	5	62	45	276	4,5	6,9
5	4	68	35	229	3,4	4,8
Diamètre d'exploitabilité moyen (30-60 cm)						
1	5	35	55	401	11,5	16,1
2	5	40	50	372	9,3	13,2
3	4	45	45	309	6,9	10,0
4	4	56	40	290	5,2	7,1
5	3	55	30	205	3,7	5,0

(V : Volume bois fort, découpe 7 cm de diamètre en m³/ha).

PROPOSITIONS DE SYLVICULTURE

Les propositions de sylviculture (tableau IV) en fonction de la zone de reboisement sont donc un compromis entre des critères de dimensions, d'âge d'exploitabilité et de productivité (DUPUY, 1990).

La récolte finale représente environ 70 % de la production totale.

Compte tenu des variations de productivité imputables notamment aux conditions climatiques, il est possible de présenter des options d'exploitabilité en fonction de la zone forestière d'introduction.

Les meilleures productions sont enregistrées en zone de forêt dense humide où sera recherchée la production de bois de gros diamètres.

Pour une sylviculture donnée, la production, tant sur le plan qualitatif que quantitatif, est fortement condi-

tionnée par la nature du matériel végétal utilisé dans les reboisements.

TABLEAU IV
Options d'exploitabilité pour
les reboisements en Teck
en fonction de la zone forestière

Zone forestière	Forêt dense humide	Secteur préforestier	Savanes guinéennes
Diamètre (cm) d'exploitabilité	45 à 60	40 à 45	30 à 40
Age (années) d'exploitabilité	35 à 50	45 à 60	55 à 70
Accroissement moyen (m ³ /ha/an)	10 à 16	7 à 10	5 à 7

AMÉLIORATION GÉNÉTIQUE

Les programmes d'amélioration génétique du Teck en Côte-d'Ivoire sont en relation avec les objectifs des programmes nationaux de reboisement. Ils visent à fournir du matériel végétal amélioré en grandes quantités à la société de reboisement.

VARIABILITÉ GÉNÉTIQUE

L'amélioration génétique du Teck à court terme repose sur l'introduction, à partir de 1970, de nombreuses provenances. Les provenances testées étaient originaires aussi bien de l'aire naturelle (Inde, Thaïlande, Laos) que d'Afrique Orientale et Occidentale (DELAUNAY, 1974, 1976, 1977, 1979). Les essais comparatifs de provenances de la Ségué (1970) et de la Téné (1974) ont permis d'analyser la variabilité des caractéristiques de l'espèce et de désigner les meilleures origines parmi les 24 provenances introduites.

□ Variabilité phénotypique

Parmi les provenances les moins intéressantes, on note que la provenance de Ban Pha Lai (Thaïlande) est très cannelée, celles de Bamoro (Côte-d'Ivoire) très flexueuse, de Pak Lay (Laos) peu cylindrique et celle de Bambuku (Cameroun) présente de nombreuses bosses.

A partir des analyses des deux essais de provenances mis en place, il est apparu que les provenances d'Afrique de l'Ouest ont une bonne vigueur initiale mais restent médiocres du point de vue de la qualité des

fûts. Elles fleurissent et fourchent plus tôt que les provenances d'Asie et d'Afrique de l'Est. De plus, elles s'élaguent moins bien que les provenances introduites et ont un nombre de bosses élevé comme les provenances de Thaïlande. Elles sont, par ailleurs, plus cannelées et moins cylindriques que les provenances d'Inde et n'ont pas la meilleure rectitude (SOUVANNAVONG, 1982 et KADIO, 1990).

Les provenances peu vigoureuses ont en général des caractéristiques de forme plus satisfaisantes. Ainsi la provenance de Pakse au Laos est-elle la moins vigoureuse mais sa forme est excellente ; elle est cylindrique, peu cannelée et a de petites bosses, peu nombreuses. De même, la provenance de Massale Valley (Inde), dont la vigueur est faible, est peu cannelée, a peu de bosses et de chicots.

On notera que les provenances de Bigwa (Tanzanie), Bouaké (Côte-d'Ivoire) et Bambuku (Cameroun) sont les plus vigoureuses. Cependant les provenances de Bigwa (Tanzanie), Ban Cham Pui (Thaïlande) et Purunakote (Inde), de vigueurs intermédiaires, semblent plus intéressantes car elles réalisent les meilleurs compromis entre la forme et la vigueur (KADIO, 1990).

□ Variabilité enzymatique

Une analyse de la diversité génétique dans neuf populations de Teck, dont trois issues de l'Inde (Virnoli, Maukal et Sakrebail), deux d'Indonésie (Kandangan et Saradan), deux d'Afrique (Kokondekro en Côte-d'Ivoire

et en Tanzanie) et deux originaires de Mae Huat en Thaïlande (une de forêt naturelle et une de plantation), effectuée sur neuf loci, donne les principaux résultats suivants (D. PRAT, communication personnelle) :

- Les populations étudiées sont assez polymorphes, le nombre moyen d'allèles par locus est proche de 4.
- La plantation de Mae Huat a un pourcentage de loci polymorphes inférieur (55 %) aux autres origines (de 80 à 100 %).
- Le taux moyen d'hétérozygotie varie de 30 à 40 %.
- Seule la provenance de Virnoli est proche de la situation de panmixie. Les origines de Mae Huat en plantation et de Saradan présentent un excès d'homozygotes.
- Le taux d'autofécondation apparaît très faible.
- Les relations phylogéniques, d'après les calculs de distance génétique de PREVOSTI, séparent nettement les provenances d'Inde des provenances de Thaïlande. Entre ces deux groupes, on trouve les provenances d'Indonésie, de Tanzanie et de Côte-d'Ivoire.

Ce dernier résultat confirme l'hypothèse émise dès 1989 en Côte-d'Ivoire ; celle-ci supposait que les origines africaines (Côte-d'Ivoire et Tanzanie) de Teck étaient assez proches des origines indiennes de Virnoli et de Nilambur (VERHAEGEN, 1989).

□ Paramètres génétiques

L'analyse, à un âge compris entre neuf et dix ans, de 21 provenances de Teck réparties en 18 sites d'essais à travers le monde (Asie, Afrique et Amérique Centrale) permet de définir quelques paramètres génétiques (KEIDING *et al.*, 1986). Pour chaque caractère analysé, la composante génétique de la provenance est estimée par rapport à l'ensemble des provenances testées dans l'essai.

Pour la Côte-d'Ivoire, l'état sanitaire de l'ensemble des provenances est satisfaisant puisqu'il y a 85 % de survivants et 90 % d'arbres sains. L'héritabilité du taux de survie est nulle, celle de l'état sanitaire moyenne. L'étude de la croissance permet de différencier les provenances. L'héritabilité de la croissance en diamètre est faible ($h^2 = 0,41$). On note que 48 % des arbres sont droits, l'héritabilité est forte ($h^2 = 0,88$) ; 4 % des arbres ne sont pas fourchus, l'héritabilité apparaît ($h^2 = 0,63$) ; 1 % des arbres ont des branches fines, ce caractère n'apparaît pas héritable.

Pour les zones humides d'Afrique de l'Ouest, les provenances originaires de la côte Ouest de l'Inde où la pluviosité est supérieure à 1 600 mm sont recommandées. En effet, l'utilisation de ces provenances dans les différents essais d'Afrique de l'Ouest se traduit-elle par un gain génétique voisin de 6 % sur la croissance en diamètre. Le gain génétique estimé sur la qualité des arbres est voisin de 5 % (KEIDING *et al.*, 1986).

SÉLECTIONS PHÉNOTYPIQUES

Après avoir analysé la variabilité naturelle des provenances introduites et étudié les caractéristiques individuelles, une sélection massale phénotypique d'arbres supérieurs (arbres « + ») a été faite dans les essais comparatifs de provenances. Le nombre de semenciers qui constituaient les provenances introduites n'était pas connu ; il y avait donc un risque de sélectionner, à l'intérieur d'une provenance, des individus plus ou moins fortement apparentés. Pour éviter la consanguinité à l'intérieur de la population d'amélioration, les sélections ont été élargies aux meilleurs individus des meilleures provenances (SOUVANNAVONG, 1982).

La sélection pour le choix des arbres « + » a reposé principalement sur des critères de forme, de qualité du fût, d'état sanitaire et de vigueur. Environ 110 arbres « + » (essentiellement issus de l'aire naturelle et de Tanzanie) ont été identifiés dans les essais.

□ Les critères de sélection

Les caractéristiques retenues sont les suivantes :

- **La hauteur de la fourche** : ce caractère est en corrélation forte et positive avec la première floraison. La sélection a donc porté indirectement sur le retard de la floraison.



Arbre « + ».

A plus tree.

● **La cylindricité** : le Teck présente au stade juvénile de nombreux individus avec des cannelures. Les arbres présentant une section transversale circulaire ont été sélectionnés.

● **L'absence de bosses** : les arbres qui ne présentent pas ce défaut ont été sélectionnés car le rendement technologique dépend de ce phénomène.

● **La rectitude** : les arbres les plus droits ont été retenus.

● **L'état sanitaire** : seuls les arbres indemnes de maladie et d'attaques d'insectes ont été sélectionnés.

● **La vigueur** : les arbres dominants ont été sélectionnés mais ce critère n'est pas retenu systématiquement.

□ Les origines des arbres sélectionnés

L'origine des cent arbres sélectionnés est présentée dans le tableau V.

La sélection massale a abouti à déséquilibrer le nombre d'arbres sélectionnés par provenance. Les provenances donnant les meilleurs résultats en essais ont fourni un plus grand nombre de clones sélectionnés. L'élimination individuelle des arbres en sélection a été plus forte à l'intérieur des provenances les moins performantes. Ainsi y a-t-il eu 15 arbres retenus de la provenance de Nellicutha contre une seulement de l'origine Sénégal.



Apparition de déformations sur le tronc sous forme de bosses.

Cushion of callus on the Teak trunk.

TABLEAU V
Caractéristiques des origines
des arbres « + » sélectionnés

Provenances		Nombre d'arbres sélectionnés	Latitude	Longitude	Altitude (en m)	Pluviosité (en mm)
Nellicutha	Inde	15	11°17'N	76°14'E	400	2 700
Nilambur	Inde	12	11°21'N	76°21'E	50	2 565
Purunakote	Inde	4	20°00'N	84°00'E	133	1 200-1 500
Masale Valley	Inde	3	11°55'N	76°10'E	823	1 270
Virnoli Range	Inde	8	15°12'N	74°37'E	—	1 500
Huoi Na Soon	Thaïlande	9	18°17'N	100°08'E	—	1 350
Mae Huat	Thaïlande	8	18°45'N	99°59'E	350	1 200
Pong Salee	Thaïlande	4	19°08'N	100°01'E	350	1 500
Ban Cham Pui	Thaïlande	4	18°29'N	99°49'E	520	1 200
Ban Pha Lai	Thaïlande	3	18°13'N	99°59'E	200	1 100
Mtibwa	Tanzanie	10	6°08'S	37°39'E	460	1 160
Kihwi	Tanzanie	10	5°12'S	38°39'E	210	1 880
Bigwa	Tanzanie	3	6°50'S	38°39'E	580	900
Pak Lay East	Laos	3	18°13'N	101°25'E	150	1 200
Bamoro	Côte-d'Ivoire	3	7°48'N	5°07'O	310	1 100
Djibelor	Sénégal	1	12°35'N	16°16'O	10	1 650

VERGER À GRAINES DE CLONES

La méthode de greffage en écusson utilisée avec succès en Côte-d'Ivoire a permis de mobiliser les arbres sélectionnés. Ces ortets ont été multipliés en pépinière, par greffage, et plantés en parc à clones. Puis ils ont été plantés progressivement en verger à graines (SOUVANNAVONG, 1982 ; 1983 ; 1984). La population d'entrée (PO), dans le premier cycle de sélection, est constituée de cent arbres « + ».

□ La plantation

Le verger de la Sangoué occupe 4 ha ; il est divisé en huit blocs de 0,5 ha, comportant chacun les cent clones sélectionnés, disposés aléatoirement. La densité est de 200 pieds à l'hectare à la plantation (10 m × 5 m). Elle sera de cent pieds à l'hectare, après l'éclaircie génétique découlant des tests de descendance. Quatre blocs, soit 2 hectares ont été plantés en 1982 (SOUVANNAVONG, 1982). L'implantation des blocs 5 à 8 et les remplace-



Verger à graines de la Sangoué.

A seed orchard in the Sangoué area.

ments se sont poursuivis progressivement jusqu'en 1988. Actuellement, il subsiste 341 arbres vivants dans les quatre premiers blocs, soit un taux de survie de 85 %.

□ La floraison

Les recombinaisons génétiques se font par pollinisation libre entre tous les clones ; elles sont favorisées par la disposition aléatoire des arbres dans le verger.

Les premières floraisons sont apparues dans le verger de clones cinq ans après la plantation. Elles étaient rares et ne concernaient qu'un petit nombre de clones. Après la deuxième floraison, une récolte de graines par descendance séparée a fourni des semences ayant un faible taux de germination (VERHAEGEN, 1988).

La floraison observée en 1989 était abondante et homogène sur l'ensemble des quatre premiers blocs du verger (268 arbres en fleurs, soit 79 %). Seuls, 57 arbres dont 16 issus de regarnis n'ont pas fleuri. Le pourcentage moyen d'arbres en fleurs, âgés de sept ans, est de 82,5 %.

L'analyse statistique du comportement clonal en 1989 permet de distinguer trois groupes principaux (VERHAEGEN, 1989) :

- Le premier est composé de 79 clones dont la floraison est abondante (supérieure à 70 %).
- Le second est composé de dix clones dont la floraison est moyenne (proche de 50 %).
- Le troisième est formé par sept clones qui ont une floraison inférieure à 33 %.

L'étude des extrêmes montre que 59 clones ont la totalité de leurs ramets en fleurs et que quatre clones n'ont pas fleuri. Ces derniers sont issus des provenances de Thaïlande (Ban Cham Pui) et de deux provenances d'Inde (Virnoli Range et Masale Valley).

Lorsque les clones présents dans le verger sont regroupés par provenance d'origine, on observe un groupe de provenances qui a fleuri abondamment et dont la moyenne d'arbres en fleurs est de 93 %. Il s'agit des douze provenances suivantes : Djibelor, Ban Pha Lay, Pak Lay, Purunakote, Pong Salee, Kihuwi, Nilambur, Mae Huat, Nellicutha, Huoi Na Soon, Bamoro et Bigwa. Le deuxième groupe composé des provenances de Mtibwa, Ban Cham Pui, Masale Valley et Virnoli Range a une moyenne de 53 % d'arbres en fleurs.

□ Les récoltes de graines par descendance séparée

Les premières fructifications obtenues en 1989 et 1990 ont été récoltées séparément pour chacun des clones. Seule l'identité maternelle des graines étant connue, chaque arbre récolté fournit une famille de

demi-frères. On a pris la précaution de récolter sur toute la périphérie des arbres, dans la direction des quatre voisins immédiats et à différentes hauteurs. Avec cette méthode, on espère que les descendances récoltées ne seront pas issues de croisements particuliers dus à la proximité de certains clones. Au total des deux récoltes, 250 kg de graines ont été obtenus et sont disponibles pour les programmes de recherches forestières intéressés par l'amélioration du Teck.

□ Les récoltes de graines par ramassage au sol

La totalité des graines du verger est récoltée, entre décembre et janvier, par ramassage au sol. Nous avons obtenu, en 1989, environ 720 kg de graines et en 1990 près de 950 kg de semences. Les graines sont fournies à la Société pour le Développement des Plantations Forestières (SODEFOR) pour ses programmes de plantation annuelle. Avec le taux de germination observé, puis un tri des plants en pépinière et la conservation de plants pour les regarnis, un kilogramme de graines de Teck doit permettre de planter environ 0,6 hectare.

PERSPECTIVES

Les semences récoltées par descendances séparées ont été semées en pépinière sèche, en juin 1990. Les stumps obtenus ont servi à la plantation d'essais comparatifs de descendances en 1991. Ces essais permettront d'estimer l'aptitude générale à la combinaison de chacun des clones. Cette variable représente la valeur moyenne des descendants qu'un génotype peut donner en croisement à l'intérieur d'une population panmictique. Les caractéristiques étudiées sur les familles de demi-frères porteront sur la forme, la qualité du fût, l'élimination des mauvais arbres-mères. La sélection dans le verger des géniteurs combinant les meilleures valeurs familiales et individuelles, puis les recombinaisons génétiques entre ces individus, permettront de produire une variété population améliorée (F1). Cette population constitue le matériel végétal d'entrée (P1) dans le second cycle de sélection.

L'observation d'un grand nombre de critères, pendant la rotation complète des essais, permet d'établir des corrélations entre le stade juvénile et le stade adulte. La connaissance de ces corrélations permet de raccourcir les cycles suivants de sélection.

Une partie du matériel végétal produit par la voie générative pourra être valorisée sous forme de boutures. La multiplication en masse de variétés ou de clones d'élites peut être intégrée à tous les niveaux d'amélioration du matériel végétal. Les méthodes de greffage en écusson et de bouturage herbacé du Teck sont maîtrisées

en Côte-d'Ivoire (SOUVANNAVONG, 1983, 1984). La seule difficulté apparaît lors du bouturage d'ortets âgés. Des recherches sont actuellement menées par des séries de greffages et bouturages en cascade, dans le but de rajeunir le matériel végétal sélectionné. La vulgarisation de la multiplication végétative des arbres « + », après rajeunissement des ortets sélectionnés, reste donc à développer.

Certaines techniques de multiplication végétative comme la micropropagation et la culture *in vitro* ont été mises au point (HOUAYE, 1983 ; KAOSA *et al.*, 1988). Elles permettent d'envisager une production massive de plants. On pense également que ces méthodes auront un effet de rajeunissement sur les ortets âgés sélectionnés.

La poursuite des travaux de recherches doit aboutir à mettre au point des techniques d'hybridation qui permettront d'établir des plans de croisements contrôlés au second cycle de sélection. L'analyse des hybrides obtenus permettra de déterminer les aptitudes générales et spécifiques à la combinaison.



La sélection individuelle phénotypique d'arbres supérieurs de Teck, pour la forme et la vigueur, a abouti, après une période de maturation des clones en verger à graines pendant une période d'environ huit ans, à produire une variété population.

Ces travaux de recherche ont permis de définir la stratégie d'amélioration du Teck en Côte-d'Ivoire. Actuellement, l'hybridation contrôlée n'étant pas maîtrisée et donc en l'absence de plans de croisements, c'est la « sélection récurrente, intrapopulation, phénotypique, combinée individu famille de demi-frères » (GALLAIS, 1990) qui est appliquée.

La variété produite est utilisée en totalité par la SODEFOR pour ses programmes de reboisement annuel.

L'analyse et l'exploitation de la variabilité naturelle du Teck est associée à une stratégie de conservation des ressources génétiques. Des parcelles conservatoires de bonnes provenances de Tanzanie, Thaïlande et Inde ont été plantées à partir de 1980 (SOUVANNAVONG, 1980 ; VERHAEGEN, 1990). On notera qu'il est possible de faire évoluer chaque parcelle conservatoire en parcelle semencière et d'améliorer ainsi progressivement, de façon indépendante, chacune des provenances pouvant intéresser le développement. Ces parcelles ont permis de nouvelles sélections individuelles qui serviront à enrichir la variabilité génétique de la population d'amélioration.

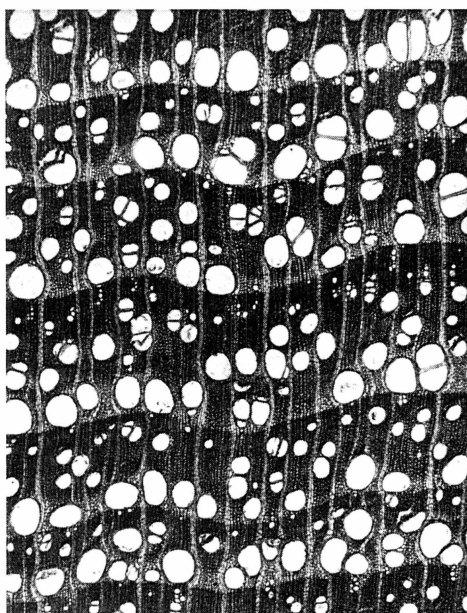
LE BOIS DE TECK DE CÔTE-D'IVOIRE

Le Teck est l'un des bois les plus réputés du monde en raison de son aspect, de sa durabilité naturelle et de sa stabilité dimensionnelle (FARMER, 1972).

ASPECT

Le bois parfait provenant des plantations africaines (Togo, Bénin, Côte-d'Ivoire, Nigeria) se distingue bien de l'aubier gris jaunâtre : il a une couleur allant du jaune doré au brun jaunâtre, souvent orné sur dosse de veines sombres ou noires et fonçant légèrement en séchant, après une phase de rougissement. Les tons orange que l'on constate souvent ont tendance à persister longtemps avant de disparaître au séchage et après exposition à la lumière.

Le bois est onctueux et gras au toucher, sur le débit raboté, possédant à l'état vert une odeur caractéristique de vieux cuir (NORMAND *et al.*, 1976) due à l'oléorésine, qui imprègne les tissus mais disparaît au séchage. Le grain est plutôt grossier ou moyen. Le fil est droit ou légèrement ondulé.



Coupe transversale.

A transverse section.

CARACTÉRISTIQUES ANATOMIQUES

Le Teck présente un bois à couches d'accroissement bien visibles sinueuses, de largeur très irrégulière, dépendant principalement des provenances et des conditions de végétation. Ces cernes sont marqués par des zones poreuses ou semi-poreuses soulignées par des bandes de parenchyme initial. Dans les zones d'accrois-

sement, les pores plus ou moins fins sont dispersés sans disposition particulière. Il convient de signaler les dépôts blanchâtres dans les traces vasculaires contenant de la silice et des cristaux de calcite (NORMAND *et al.*, 1976).

Bien qu'il n'existe pas de différences anatomiques profondes entre le Teck asiatique et celui provenant des plantations africaines faites sous climat à saison sèche bien marquée (NORMAND *et al.*), on peut observer des variations dans la zone poreuse : pour les échantillons provenant des zones habituelles d'introduction du Teck en Afrique (Côte-d'Ivoire, Togo, Bénin), la zone poreuse est du même type que celle étudiée sur des échantillons de Java (Indonésie). Les échantillons de Teck de Thaïlande présentent, en revanche, un développement de la zone poreuse plus conséquent. Ces observations anatomiques sont importantes car elles peuvent influencer sur l'aspect du bois et les propriétés physiques et mécaniques.

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET MÉCANIQUES

☐ Essais portant sur le Teck de Côte-d'Ivoire

Les essais effectués selon les normes AFNOR portent sur des arbres provenant des plantations anciennes âgées d'une cinquantaine d'années (tableau VI).

D'après ces données, le Teck de Côte-d'Ivoire se présente comme un bois mi-lourd, mi-dur, peu nerveux et à faible retrait.

En cohésion transversale, les résistances unitaires sont plutôt faibles mais le Teck offre des résistances moyennes en cohésion transversale.

En cohésion axiale, le Teck démontre des résistances bien meilleures sauf en ce qui concerne sa résilience qui demeure moyenne.

☐ Comparaison entre tecks de plantation en Afrique

Le Teck a été introduit très tôt dans de nombreux pays africains (Togo, Bénin, Côte-d'Ivoire, Nigeria, Tanzanie, Cameroun, etc.) ; aussi a-t-il semblé intéressant de comparer les tecks de ces diverses plantations africaines, sur le plan technologique.

Les essais effectués par le C.T.F.T. concernant des bois de plantations réalisées dans les pays suivants : Bénin, Côte-d'Ivoire, Burkina Faso, Cameroun et Togo. Les analyses mettent en évidence des différences significatives entre pays pour le coefficient de rétractabilité volumétrique (V%) et la résilience (K/D2) au niveau de signification 1 % et, pour la flexion statique F12, au niveau 5 % (DURAND, 1984). Pour les autres caractéristiques, il n'y a aucune différence inter pays significative.

TABLEAU VI
Caractéristiques physiques
des tecks de plantation de Côte-d'Ivoire
Forêt de Bamoro, DURAND 1984

Propriétés physiques	Valeur moyenne	Coefficient de variation	Qualification
Densité (D12)	0,65	4,1 %	Mi-lourd
Dureté Chalais-Meudon (N12)	4,6	20,5 %	Mi-dur
Rétractibilité volumétrique (B%)	8,1 %	11,0 %	Faible retrait
Coefficient de rétractibilité volumétrique (V%)	0,35 %	11,3 %	Peu nerveux
Retraits linéaire tangentiel = T% radial = R%	4,8 % 2,5 %	20,2 % 10,6 %	Faible Faible
Rapport T/R	1/9	18,6 %	Faibles risques de déformations
Fendage kg/cm ² Traction perpendiculaire kg/cm ² Cisaillement kg/cm ²	18,6 26,6 62,0	6,4 % 8,1 % 17,7 %	Moyen Faible Faible
Compression axiale kg/cm ² Flexion statique kg/cm ² Module d'élasticité kg/cm ²	534,6 1 428 133 000	13,8 % 10,3 % 14,8 %	Moyenne Moyenne Plutôt élevé
Résilience (cote - dynamique)	0,82	18,7 %	Moyenne

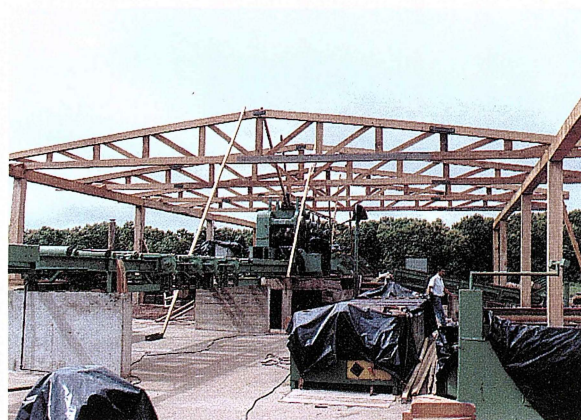
On note que les caractéristiques technologiques du Teck provenant des plantations de Côte-d'Ivoire sont très semblables à celles des tecks provenant du Togo. Seul, le Teck du Cameroun se distingue nettement par une faible résistance unitaire à la rupture en flexion statique. Les tecks du Bénin sont les plus résilients.

USINAGE ET TRANSFORMATION DU TECK DE CÔTE-D'IVOIRE

□ Sciage

De très nombreux essais de sciage ont été réalisés sur des tecks de toutes dimensions et âges (ESPINET, 1980 ; SITBON, 1981 ; DURAND, 1984). Le Teck est un bois mi-dur qui ne demande pas énormément de puissance pour le sciage. La présence de silice explique toutefois son pouvoir désaffûtant.

Le taux de silice des tecks étudiés au C.T.F.T. est extrêmement variable (C.T.F.T., 1964, BERTRAND, 1983). Cette variabilité dépendrait principalement du lieu de plantation, et ce taux prendrait des valeurs aussi faibles que 0,03 % pour la Côte-d'Ivoire ou jusqu'à 1,40 % pour les tecks du Togo.



Usine de valorisation des bois de petit diamètre à Téné.

A sawmill of small diameter logs at Téné.

□ Tranchage sur dosse

Lors des différents essais réalisés, les placages tranchés sur dosse présentaient dans l'ensemble le meilleur aspect : figuration avec veinages sombres. Cette technique permet d'obtenir des placages nets de nœuds et sans aubier jusqu'à 19 cm de largeur (DURAND, 1984).

LE TECK

UNE BONNE ESSENCE DE REBOISEMENT

Le Teck est une essence de reboisement largement utilisée compte tenu des excellentes qualités technologiques des bois produits.

C'est une espèce rustique, facile à planter en stump et avec une bonne croissance initiale.

En zone forestière, la comparaison avec les principales essences de reboisement à vocation bois d'œuvre permettent de situer ses potentialités. Cette comparaison est réalisée pour de bonnes conditions de croissance en zone de forêt dense humide (tableau VII).

Il s'avère que le Teck est caractérisé par un âge d'exploitabilité relativement élevé avec une excellente productivité. La possibilité d'une valorisation des produits d'éclaircie en bois de service et bois d'œuvre lui permet de rivaliser avec les autres essences de reboisement. En effet, ces espèces (Fraké, Framiré, Samba, Cedrela...) ont un âge d'exploitabilité plus précoce mais la valorisation des produits d'éclaircie est problématique et la valeur commerciale du bois produit est très inférieure à celle du Teck.

Par ailleurs, le Teck est une espèce peu sensible aux feux courants, ce qui est un atout supplémentaire dans le contexte actuel des reboisements en zone tropicale.

La variabilité génétique du Teck observée en Côte-d'Ivoire est forte ; elle se manifeste sur la forme, la qualité du fût, l'état sanitaire et la vigueur ainsi que sur les systèmes enzymatiques. Cette variabilité a été exploitée par sélection massale, celle-ci étant plus efficace pour les caractéristiques fortement héréditaires comme la floraison et la rectitude.

TABLEAU VII
Croissance comparée des principales espèces
de reboisement
à vocation bois d'œuvre
en zone de forêt dense humide

Espèce	Age	Diamètre	Accroissement moyen total	
	d'exploitabilité (ans)	(cm)	Récolte finale (m ³ /ha/an)	
Teck	40	50	13,2	9,3
Fraké	20	47	17,3	11,7
Framiré	32	48	10,9	6,4
Samba	24	50	14,3	10,9
Cedrela	28	55	15,7	8,6

La floraison et la fructification du verger à graines de clones, après huit années de végétation, permettent d'assurer à la société de reboisement un approvisionnement régulier et abondant en semences de qualité. Les organismes de recherches concernés par l'amélioration du Teck peuvent recevoir un matériel végétal de valeur scientifique.

Les cycles successifs de recombinaisons génétiques prévus dans la stratégie d'amélioration garantissent un progrès génétique important et constant, tout en conservant une bonne variabilité des semences produites.

Le Teck de Côte-d'Ivoire est une essence de reboisement qui offre de nombreux avantages sur le plan technologique :

- Les propriétés physiques et mécaniques évaluées sur le Teck de plusieurs origines permettent de classer cette essence de reboisement parmi les meilleures du monde.

L'étude comparative exposée dans ce rapport prouve, par ailleurs, que le Teck de Côte-d'Ivoire est au moins aussi bon que les tecks asiatiques et ceux provenant des autres plantations africaines.

- Les nombreux essais d'usinage, de transformation menées sur les tecks d'âge de plantations divers ont démontré qu'il était possible d'envisager une mise en œuvre intéressante et valorisante à toutes les éclaircies successives : bois-énergie, bois de service, petits sciages, frises, sciages d'ébénisterie, tranchage...

Au cours de ces expérimentations technologiques, l'accent a été mis sur l'ampleur du défaut constitué par les nœuds au niveau du rendement de sciage et lors du tranchage, ce qui met en évidence l'importance des études sylvicoles menées ou à entreprendre pour réduire au maximum les nœuds et améliorer en général la qualité des bois. Ceci confirme, en outre, l'utilité des recherches entreprises depuis plus de vingt ans au C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, dans le domaine de l'amélioration génétique afin de sélectionner et de multiplier des arbres qui allient à la fois vigueur, bonne conformation de la bille, qualité du bois et branchaison favorisant la réduction des nœuds. En dernier lieu, il faut rappeler l'importance de l'évaluation de la qualité technologique des bois à tous les stades de la croissance des arbres afin d'en assurer une valorisation optimale. ■

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERTRAND (A.), 1983. — Fabrication de panneaux en bois massif reconstitué à partir de produit d'éclaircie des plantations de Teck. C.T.F.T./Nogent-sur-Marne, 123 p.
- BONNET-MASIMBERT (M.), 1971. — Résultats d'une année d'observations sur la floraison, la ramification et l'élagage du Teck à la Séguié. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 1-15.
- CATINOT (R.), 1970. — Les déformations des fûts du Teck au Dahomey. Hypothèse générale d'explication des bosses et déformations des fûts de Teck. Bois et Forêts des Tropiques n° 132, pp. 3-22.
- C.T.F.T., 1964. — Information Technique n° 113 sur le Teck. C.T.F.T./Nogent-sur-Marne, 6 p.
- C.T.F.T., 1966. — Essais de résistance à la rupture de poteaux de Teck de Côte-d'Ivoire. C.T.F.T./Nogent-sur-Marne, 18 p.
- DAUGET (J. M.), DUPUY (B.), N'GUESSAN (A.), 1990. — Approche architecturale d'une plantation en mélange Samba/Teck. Bois et Forêts des Tropiques n° 230, pp. 15-29.
- DECOURT (N.), VANNIERE (B.), 1984. — Tables de production pour les forêts françaises. ENGREF, 158 p.
- DELAUNAY (J.), DIABATE (K.), 1974. — Rapport sur la mise en place des essais internationaux de provenances de Teck à la Téné. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire.
- DELAUNAY (J.), 1976. — Les essais de provenances de Teck, six ans après leur mise en place à la Séguié. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 16 p.
- DELAUNAY (J.), 1977. — Premiers résultats des essais internationaux de provenances de Teck, *Tectona grandis* deux ans après leur mise en place en Côte-d'Ivoire. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 1-4.
- DELAUNAY (J.), 1979. — L'amélioration génétique du Teck. Travaux réalisés et travaux en cours. Perspectives. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 13 p.
- DUPUY (B.), 1990. — Etudes sur la croissance et la production du Teck (*Tectona grandis*) en Côte-d'Ivoire : Tables de production. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 1-22.
- DURAND (P. Y.), 1984. — La technologie du Teck (*Tectona grandis*) de Côte-d'Ivoire. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 1-18.
- ESPINET (B.), 1980. — Etude du sciage du Teck : Règles de classement des sciages et évaluation des rendements matière. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 50 p.
- GALLAIS (A.), 1990. — Théorie de la sélection en amélioration des plantes. Collection Sciences Agronomiques. Masson, 1-588.
- HOUAYE (K. P.), 1983. — Quelques essais de multiplication végétative de jeunes plants de Teck élevés en conditions artificielles. Mémoire de D.E.A., Université de Nancy I, 1-51.
- KADIO (A.), 1990. — Essai comparatif de provenances de *Tectona grandis* (Teck) à court terme à Téné 1974 : Résultats des inventaires de 1989. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 1-22.
- KEIDING (H.), WELLENDORF (H.), LAURIDSEN (E. B.), 1986. — Evaluation of an International Series of Teak Provenances Trials. Danida Forest Seed Centre, 1-81.
- MAITRE (H.-F.), 1983. — Table de production provisoire du Teck en Côte-d'Ivoire. C.T.F.T./Nogent-sur-Marne, 1-71.
- NORMAND (D.), PAQUIS (J.), 1976. — Manuel d'identification des bois commerciaux, tome 2, Afrique Guinée-Congolaise, 335 p.
- SITBON (R.), 1981. — Etude du sciage de 3 lots de Teck. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire.
- SOUVANNAVONG (O.), 1980. — Mise en place de parcelles conservatoires de Teck de la Trinité et de Tanzanie. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 1-4.
- SOUVANNAVONG (O.), 1982. — Mise en place d'un verger à graines de clones de Teck à la Sangoué. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 1 p.
- SOUVANNAVONG (O.), 1983. — Appui technique au volet aménagement des teckeraies au Togo. AFRI/C.T.F.T., 1-24.
- SOUVANNAVONG (O.), OUATTARA (N.), 1983. — Essais de bouturage herbacé du Teck (*Tectona grandis* L.). C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 1-12.
- SOUVANNAVONG (O.), 1984. — Note technique : greffage du Teck C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 1-3.
- VERHAEGEN (D.), 1988. — Note sur la floraison du verger à graines de clones de Teck installé à Sangoué en 1982. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 1-19.
- VERHAEGEN (D.), 1989. — Note sur une analyse enzymatique par électrophorèse sur arbres « + » de Teck et Samba. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 1-9.
- VERHAEGEN (D.), KADIO (A.), 1990. — Plantation d'une parcelle conservatoire de Teck à Mopri en 1989. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 1-5.
- WENCELIUS (F.), MALAGNOUX (M.), DELAUNAY (J.), 1975. — Le Teck en Côte-d'Ivoire. C.T.F.T./Côte-d'Ivoire, 1-15.

PLANTATION-GROWN TEAK (*TECTONA GRANDIS*) IN THE CÔTE-D'IVOIRE

Bernard DUPUY, Daniel VERHAEGEN

Thanks to its adaptability, Teak (*Tectona grandis*) plays an important role in reforestation in tropical Africa, where it is used mainly as timber. With 21,000 hectares planted since 1963, it is the primary reforestation species employed in the Côte-d'Ivoire. The oldest stands still in existence date from 1929. Initially used in savanna and pre-forest areas, this species is now extensively planted in the dense forest zone, where it has proved very worth-while. This article highlights the knowledge acquired in the Côte-d'Ivoire as a result of much research undertaken for more than twenty-five years past in the fields of silviculture, genetic improvement and wood technology. The results enable silviculturalists to choose the most appropriate varieties and techniques of reforestation, and provide forest managers with information necessary for the monitoring of plantations up to the time when the timber is finally ready for marketing.

SILVICULTURE

The thinning system depends on the fertility of the sites. The classification of stands by productivity and production forecasts are based on the dominant height at a given age. On the basis of yield tables, five categories of fertility are established. Depending on the management objectives, silvicultural proposals are characterized by :

- A thinning system comprising three to six thinnings in the light of the fertility and the exploitable diameter.
- A thinning rotation of between three and twelve years in the light of the fertility and the age of the stand.
- A workable age of between 35 and 68 years in the light of the fertility and the exploitable diameter.

For the Côte-d'Ivoire as a whole, the productivity of Teak plantations varies between 5 and 16 m³ per hectare per year.

In the dense forest zone, the average increase in volume of hard wood is between 10 and 16 m³ per hectare per

year. It is in this zone that the growth of Teak is best.

In the preforest zone, the growth of the stands is average. The average increase in volume is between 7 and 10 m³ per hectare per year. In the savanna zone, growth is slow ; the average increase in volume is between 5 and 7 m³ per hectare per year.

The final yield represents about 70 % of total production.

GENETIC IMPROVEMENT

For a given silviculture, production – both qualitatively and quantitatively – depends to a very large extent on the plant stock used for reforestation. The short term genetic improvement of Teak is based on the introduction of provenances with effect from 1970. The provenances tested came both from areas where Teak grows naturally (India, Thailand, Laos) and from East and West Africa.

The analyses of the two tests of the provenances introduced indicated that those from West Africa have a satisfactory initial vigour, but are mediocre in respect of bole quality. They flower and branch earlier than provenances from Asia and East Africa. Furthermore, they prune less well, and have a large number of swellings, like the Thailand provenances. In addition, they are more fluted and less cylindrical than the provenances from India, and are not so straight.

The less vigorous provenances in general possess more satisfactory characteristics in respect of shape. For instance, provenances from Pakse (Laos) and Massale Valley (India) are well-shaped but not very vigorous. Provenances from Bouaké (Côte-d'Ivoire) and Bambuku (Cameroon) are the most vigorous. But those from Bigwa (Tanzania), Ban Cham Pui (Thailand) and Purunakote (India), of intermediate vigour, seem more worth-while because they achieve the best compromise between shape and vigour.

An analysis of genetic diversity in eight populations of Teak, three of them from India (Virnoli, Maukal and Sakrebail), two from Indonesia (Kandangan and Saradan), two from Africa (Kokondekro, Côte-d'Ivoire and Tanzania) and two from Mae Huat in Thailand (one from the natural forest and one from a plantation), was made on nine loci.

After analysing the natural variability of the provenances introduced and studying their individual characteristics, a phenotypic massal selection of superior trees (« + » trees) was made in the comparative tests of provenances. About 110 « + » trees (mainly from the natural area of Tanzania) were identified in the tests. The shield-bud grafting method, used successfully in the Côte-d'Ivoire, made it possible to mobilize the selected trees.

WOOD TECHNOLOGY

Teak is one of the world's most highly-regarded woods by reason of its appearance, its natural durability, and its dimensional stability.

Though there are no radical anatomical differences between Asiatic Teak and Teak from African plantations. Côte-d'Ivoire Teak is a medium-heavy, medium-hard wood, not very ribbed and subject to little shrinkage. In transverse cohesion, unit strengths tend to be weak, but Teak has fairly good strength in transverse cohesion. It has much better strength in axial cohesion, apart from its resilience, which is moderate.

Very many sawing tests have been performed on Teak of all dimensions and ages. Teak is a semi-hard wood which does not demand a very great deal of sawing force. The presence of silica accounts for its blunting effect. The silica content of the teaks studied is extremely variable ; this variation may depend mainly on the plantation site. The silica content can be as low as 0.03 % in the Côte-d'Ivoire and up to 1.40 % in Togo.